

# Relación entre diámetro antero-posterior del tendón rotuliano, dolor y funcionalidad en jugadores de voleibol – estudio observacional

## *The Relationship between the Anteroposterior Diameter of the Patellar Tendon, Pain and Functionality in Volleyball Players – An Observational Study*

Alfonso Calvo Gonell<sup>1</sup> Loreto Macia Soler<sup>2</sup> Joaquin Moncho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Fisioterapia Alfonso Calvo, Castellón, España

<sup>2</sup> Department of Nursing, Faculty of Health Science, Universidad de Alicante, Alicante, España

<sup>3</sup> Department of Community Nursing, Preventive Medicine and Public Health and History of Science, Universidad de Alicante, Alicante, España

**Address for correspondence** Alfonso Calvo Gonell, Centro de Fisioterapia Alfonso Calvo, C/Santa María Rosa Molas, 40 1º-D3, 12004 Castellón, Spain (e-mail: alfonscalvo@hotmail.com; info@fisioterapiaalfonsocalvo.es).

Rev Fisioter Invasiva 2019;2:18–28.

### Resumen

**Objetivos** Determinar si el diámetro antero-posterior del tendón rotuliano en jugadores de voleibol está asociado a una mayor sensación de dolor y menor funcionalidad.

**Material y Métodos** Estudio observacional descriptivo transversal realizado sobre jugadores/as de voleibol. Se registraron las puntuaciones de la escala VISA-P, la escala analógica visual (EVA) y el diámetro antero-posterior del tendón rotuliano a 5 y 10 mm del polo inferior de la rótula distalmente. Se registraron características demográficas, antropométricas y del juego y se construyeron modelos de regresión lineal múltiple para analizar la relación entre las variables de estudio.

**Resultados** La muestra final fue de 112 jugadores. El diámetro antero-posterior fue mayor en hombres y se asoció significativamente con las puntuaciones de la escala EVA positivamente y VISA-P de manera negativa para ambos tendones una vez ajustados por el resto de variables.

**Conclusiones** La determinación del diámetro antero-posterior del tendón rotuliano puede ser útil en la prevención de lesiones deportivas en jugadores de voleibol, al asociarse significativamente un mayor diámetro de éste con una mayor sensación de dolor y menor funcionalidad. Sería conveniente en futuros estudios incluir un análisis biomecánico de la técnica del salto y recepción.

### Palabras Clave

- voleibol
- tendón rotuliano
- lesiones deportivas

### Abstract

**Objective** To determine whether the anteroposterior (AP) diameter of the patellar tendon in volleyball players is associated with a greater sensation of pain and decreased functionality.

**Material and Methods** A descriptive, observational, cross-sectional study conducted on volleyball players. The scores on the Victorian Institute of Sport Assessment–Patella (VISA-P) scale were registered, together with the visual analogue scale (VAS) and the AP

diameter of the patellar tendon, at 5 and at 10 mm distal to the inferior pole of the patella. The demographic, anthropometric and playing characteristics were registered and multiple linear regression models were constructed in order to analyze the relationship between the study variables.

**Results** The final sample comprised 112 players. The AP diameter was greater in men and showed a positive significant association with the score on the VAS scale and a negative significant association with the VISA-P for both tendons after adjusting for the remaining variables.

**Conclusions** The measurement of the AP diameter of the patellar tendon may be useful for the prevention of sports injuries in volleyball players as a greater tendon diameter is significantly associated with increased perceived pain and decreased functionality. Future studies should include a biomechanical analysis of jump and reception techniques.

#### Keywords

- volleyball
- patellar tendon
- sports injuries

## Introducción

El voleibol es el deporte con más prevalencia de tendinopatía rotuliana con un 44,6%, seguido del baloncesto con un 31,9%.<sup>1</sup> Algunos estudios evidencian una mayor prevalencia de esa patología en hombres que en mujeres.<sup>1,2</sup> Entre los factores de riesgo figuran el tener una mayor capacidad de salto, la edad más temprana de entrenamiento, la mayor estatura y el peso corporal.<sup>1,3,4</sup> Otros estudios indican que existe una relación directa entre el volumen de entrenamiento y la prevalencia de esa patología en el voleibol.<sup>5</sup> En un estudio de Cassel<sup>6</sup> los sujetos con tendinopatía rotuliana tenían más edad, más altura, más peso, entrenaban más horas a la semana y tenían un grosor del tendón más elevado. Además, según Schaffle y col.<sup>7</sup>, los jugadores que juegan frente a la red tienen 3 veces más lesiones de rodilla comparado con los que juegan en la línea defensiva. También Lian<sup>1</sup> en su estudio concluyó que las horas de entrenamiento en voleibol y en fuerza iban relacionadas con una mayor probabilidad de afectación del tendón rotuliano.

La mayor parte de las lesiones relacionadas con la práctica de ese deporte se producen en el ataque y en el bloqueo dado que es donde el salto esta más comprometido. Las lesiones por sobreuso en ese deporte representan entre el 50% y el 80% del total, de las cuales el 80% son tendinopatías rotulianas.<sup>8</sup> Parece que las altas demandas de carga, la ejecución de gesto deportivo y el estrés sobre el aparato extensor de la rodilla sin dejar suficiente tiempo para la recuperación, preceden las lesiones crónicas del tendón rotuliano.<sup>9-11</sup>

Mediante la ecografía, se puede obtener una imagen del tendón rotuliano obteniendo imágenes tanto en un corte longitudinal como transversal.<sup>12</sup> Los tendones se observan bien en la ecografía ya que tienen gran densidad de colágeno que les hace distinguirse de los tejidos de alrededor y son fácilmente representados por los últimos transductores de alta frecuencia.<sup>13</sup> El grosor del tendón guarda una estrecha relación directa con la imagen anormal y difusa con acúmulo de sustancia fundamental afectando a ambos sexos, aunque de manera menos pronunciada en mujeres.<sup>6,14</sup> Según un estudio de Malliaras y Cook<sup>14</sup> en jugadores de voleibol australianos, el diámetro antero-posterior mayor de 4 mm

en mujeres y de 4,2 mm en hombres es un factor predictor de tendinopatía rotuliana. Esos mismos autores, afirmaron que los tendones cuyas imágenes eran anormales, es decir con un patrón fibrilar desorganizado, eran sobre el 44% más gruesos de lo normal y los tendones con focos anecoicos eran un 82% más gruesos que el resto. Visnes<sup>15</sup> también estudió a los jugadores de voleibol y consideró que tener un diámetro del tendón rotuliano superior a 5 mm para los hombres y 4,2 mm para las mujeres se relacionaba con una mayor probabilidad de tener tendinopatía rotuliana. Además, según algunos autores,<sup>16,17</sup> ese aumento de diámetro suele ir asociado con mayor dolor en atletas con tendinopatía. Zhang<sup>16</sup> también consideró que los tendones dolorosos tenían de media un 33% más grosor que el resto. Sin embargo, Kulig<sup>18</sup> afirmó que simplemente tomando la medida del diámetro del tendón no era suficiente para diagnosticar la patología, sino que se debía analizar la morfología del tendón y la organización de sus haces.

Mientras que los trabajos anteriormente citados se centraron en investigar si la ecografía era una herramienta suficiente para poder diagnosticar la tendinopatía rotuliana, el objetivo del presente estudio es determinar si el diámetro antero-posterior del tendón rotuliano en jugadores de voleibol se asocia con mayor sensación de dolor según la escala analógica visual y menor funcionalidad según la escala VISA-P.

## Material y Métodos

Estudio observacional descriptivo transversal realizado sobre jugadores/as de voleibol que compiten en las tres principales categorías españolas.

La población objeto de estudio fue la correspondiente a los jugadores de voleibol con edades comprendidas entre los 18 y los 38 años pertenecientes a las categorías sénior masculina y femenina integradas en la Superliga, en la Superliga 2 y en la 1ª División Española. La muestra seleccionada incluyó a 112 jugadores/as de voleibol de 9 equipos que competían en diferentes categorías durante la temporada 2016-17 y que cumplieron los criterios de inclusión/exclusión.

Los criterios de inclusión fueron: 1) ser mayor de 18 años; 2) aceptación para formar parte del estudio y 3) estar entrenando en el momento de la recogida de datos. Los criterios de exclusión fueron: 1) ser menor de 18 años; 2) padecer algún tipo de lesión que les impida participar de los entrenamientos con total normalidad; 3) haber sido intervenidos quirúrgicamente de la rodilla en algún momento de su carrera, excepto si ha sido mediante artroscopia; 4) haber estado bajo tratamiento con corticosteroides por vía oral, tópica o parenteral en los últimos 3 meses; 5) padecer diabetes o padecer algún tipo de enfermedad sistémica inflamatoria; 6) utilizar algún tipo de soporte plantar para la práctica deportiva o haber sufrido inmovilización del tobillo debido a algún tipo de lesión en los últimos tres meses.

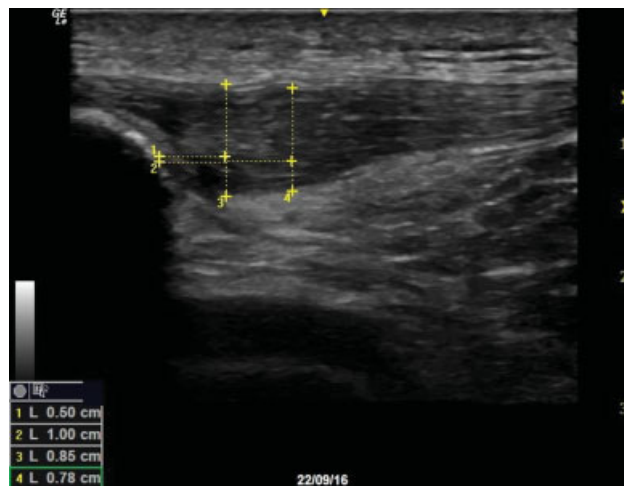
Todos los sujetos que participaron en este estudio fueron debidamente informados de su objetivo asegurando su comprensión y voluntariamente firmaron un consentimiento informado en el momento de su reclutamiento. Los sujetos fueron identificados con un número de forma anónima. Los datos fueron tratados de forma confidencial y se registraron y guardaron en archivos con el único acceso del investigador, siguiendo los principios de la declaración de Helsinki.

Las variables resultado fueron la escala VISA-P, la escala analógica visual (EVA) y el diámetro antero-posterior del tendón rotuliano, medido a 5 y 10 mm distalmente al polo inferior de la rótula. Se registraron además las siguientes variables: sexo, edad, peso, altura, índice de masa corporal, número de años jugando a voleibol, posición que ocupa en la pista (colocador, central, opuesto, líbero y receptor), categoría donde compite (Superliga, Superliga2 y 1ª División), número de años con dolor en la rodilla, número de horas de entrenamiento a la semana (tanto de fuerza como de voleibol) y tipo de pista en que suelen realizar los entrenamientos (Taraflex™, madera, cemento).

La recogida de datos se produjo en los meses de septiembre y octubre de 2016 por parte de dos investigadores que se desplazaron hasta el lugar de la exploración. Se completó un cuestionario (→ **Anexo 1**) y se realizó una entrevista personal con cada participante con el objetivo de comprobar los criterios de inclusión/exclusión.

Posteriormente se cumplimentó la versión española del cuestionario *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P-SP)<sup>19</sup> y la escala EVA durante los entrenamientos. Los participantes registraron cuál era su intensidad de dolor en el tendón rotuliano durante los entrenamientos de voleibol. Por último, se realizó un análisis ecográfico de ambos tendones. Se estandarizó un programa de grises con los mismos parámetros para todos los sujetos con un protocolo de mapa de grises A/O, ganancia de 40, frecuencia de 12Hz, profundidad 4,0, dos focos, armónico y crossBeam activados. Todos los sujetos fueron examinados usando el ecógrafo modelo Logiq-e R6 de la casa comercial General Electric (USA) equipado con un transductor lineal 12L-RS. Asimismo se utilizó un gel conductor a temperatura ambiente (Aquasonic 100 de laboratorios Parker, Fairfield, New Jersey, USA) para facilitar el contacto entre el transmisor y la piel.

El grosor del tendón se midió en el plano longitudinal 5 mm<sup>20</sup> y 10 mm<sup>21</sup> distalmente al polo inferior de la rótula



**Fig. 1** 2 medidas: a 5 y 10 mm caudalmente a polo inferior de la rótula y media anteroposterior desde el fascículo profundo del tendón rotuliano hasta la interfase entre el fascículo superficial y el tejido subcutáneo.

siguiendo los criterios de Cook,<sup>20</sup> Black<sup>21</sup> y Skou,<sup>22</sup> debido tanto a su fiabilidad<sup>21,22</sup> como al hecho de que es la zona de localización frecuente de sintomatología.<sup>21,22</sup> La medición fue realizada directamente desde el equipo ecográfico trazando una línea de 5 mm seguida de otra línea de 5 mm desde el polo inferior de la rótula y creando una línea perpendicular al final de cada una de las líneas que iba desde la zona más profunda del fascículo profundo del tendón hasta la interfase entre la parte más superficial del fascículo superficial y el tejido celular subcutáneo (→ **Fig. 1**).

Se realizó un análisis descriptivo de las variables incluidas en el estudio mediante el programa estadístico SPSS 18.0. Se calcularon frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y medias y desviaciones típicas con sus respectivos intervalos de confianza al 95% para las variables cuantitativas. Para el análisis de posibles asociaciones entre variables cualitativas se utilizó la prueba ji-cuadrado o la prueba exacta de Fisher en función del cumplimiento de las condiciones de aplicación, mientras que para las cuantitativas se calcularon los coeficientes de correlación lineal de Pearson y/o coeficientes de correlación por rangos de Spearman y se construyeron los correspondientes modelos de regresión lineal para determinar la naturaleza de la relación y la magnitud de los efectos. Finalmente se construyeron modelos de regresión lineal múltiple con objeto de ajustar los efectos por el resto de variables incluidas en el estudio. Dado que el diámetro A-P del tendón rotuliano a 5 mm y a 10 mm evidenció una alta correlación lineal, los modelos multivariantes se ajustaron utilizando ambas medidas de forma separada.

## Resultados

La muestra inicial contó con 125 sujetos de los cuales 10 fueron excluidos por utilizar algún tipo de soporte plantar y 3 por tener algún tipo de lesión en el miembro inferior en el momento del estudio, quedando conformada la muestra final con 112 sujetos.

**Tabla 1** Datos sociodemográficos de los sujetos

	Ambos sexos		Hombres		Mujeres	
	Media $\pm$ DE	IC 95%	Media $\pm$ DE	IC 95%	Media $\pm$ DE	IC 95%
Edad	24,18 $\pm$ 5,85	23,08–25,27	24,31 $\pm$ 5,18	23,16–25,47	24,48 $\pm$ 7,37	22,29–26,67
Talla	1,83 $\pm$ 0,11	1,81–1,85	1,89 $\pm$ 0,08	1,87–1,90	1,73 $\pm$ 0,07	1,71–1,76
Peso	76,72 $\pm$ 12,39	74,40–79,04	83,58 $\pm$ 8,76	81,63–85,53	64,79 $\pm$ 7,63	62,53–67,06
IMC	22,83 $\pm$ 2,16	22,43–23,23	23,48 $\pm$ 1,82	23,08–23,89	21,55 $\pm$ 1,96	20,97–22,13
Años jugando	12,18 $\pm$ 6,02	11,05–13,31	12,28 $\pm$ 5,25	11,11–13,44	12,83 $\pm$ 7,26	10,67–14,98
Horas fuerza	3,28 $\pm$ 1,89	2,92–3,63	3,83 $\pm$ 1,93	3,40–4,25	2,20 $\pm$ 1,16	1,85–2,54
Horas voleibol	9,83 $\pm$ 7,46	8,43–11,22	12,54 $\pm$ 9,42	10,44–14,63	6,35 $\pm$ 2,03	5,75–6,95
Dolor rodilla	1,14 $\pm$ 2,56	0,65–1,62	2,03 $\pm$ 3,50	1,25–2,82	0,44 $\pm$ 1,94	-0,13–1,02
Dolor rodilla I	1,27 $\pm$ 2,85	0,74–1,81	2,06 $\pm$ 3,77	1,22–2,90	0,87 $\pm$ 2,45	0,14–1,60

Abreviaciones: DE, Desviación estándar; IC, Intervalo de confianza; IMC, índice de masa corporal.

De los 112 sujetos analizados 71 fueron hombres (63,4%) y 41 fueron mujeres (36,6%). La edad media fue de 24,18  $\pm$  5,8. El promedio de años jugando a voleibol fue de 12,2  $\pm$  6 años, de los cuales entre 1,1 y 1,3 años lo hicieron con dolor en la pierna derecha e izquierda respectivamente (**►Tabla 1**).

El 38,4% de los sujetos jugaban en Superliga, el 27,7% en Superliga2 y el 33,9% en primera división. Se observaron diferencias significativas por sexos de forma que los hombres se concentraban mayoritariamente en las ligas superiores mientras las mujeres en las ligas de menor categoría. La posición de los jugadores en la cancha en el caso del voleibol contempla 5 posibilidades: colocador, central, opuesto, líbero y receptor. En los sujetos estudiados el 11,6% eran colocadores, el 27,7% centrales, el 10,7% opuestos, el 15,2% líberos y el 34,8% receptores, no observándose diferencias por sexo. Respecto a la superficie de juego, se registraron tres tipos de superficie de la cancha: Taraflex™, madera y cemento. La mayoría de los sujetos jugaron en superficie de Taraflex™ o cemento y sólo un 9,8% lo hizo en superficie de madera. Se detectaron diferencias significativas por sexo respecto al tipo de superficie de juego, de forma que el 47,9% de los hombres jugaban en cemento, mientras que en mujeres, ese porcentaje fue del 31,7%, siendo la superficie mayoritaria para ellas el Taraflex™ (68,3%). Ningún equipo femenino jugó en superficie de madera (**►Tabla 2**).

En la **►Tabla 3** se muestran los promedios y desviaciones típicas de las puntuaciones en la escala analógica visual (EVA), la escala VISA-P y el diámetro anteroposterior obtenidos, tanto para la rodilla izquierda como para la derecha desagregadas por sexo. Los hombres manifestaron más dolor que las mujeres en ambas rodillas, si bien sólo fue significativa la diferencia para la rodilla derecha ( $p < 0,05$ ). Del mismo modo, los hombres registraron puntuaciones en la escala VISA-P inferiores a las mujeres, siendo esa diferencia significativa únicamente para la rodilla derecha ( $p < 0,05$ ). Por lo que respecta al diámetro antero-posterior del tendón a 5 mm y 10 mm distalmente al polo inferior de la rótula, el promedio fue significativamente mayor en hombres que en mujeres en ambos casos, tanto para la rodilla derecha como para la izquierda.

**Tabla 2** Variables relacionadas con la actividad deportiva

	Ambos sexos		Hombres		Mujeres		p valor
	N	%	N	%	N	%	
<b>Posición de juego</b>							0,978
Colocador	13	11,6	9	12,7%	4	9,8%	
Central	31	27,7	20	28,2%	11	26,8%	
Opuesto	12	10,7	8	11,3%	4	9,8%	
Líbero	17	15,2	10	14,1%	7	17,1%	
Receptor	39	34,8	24	33,8%	15	36,6%	
<b>Pierna de salto</b>							0,067
Derecha	14	12,5	9	12,9%	5	12,2%	
Izquierda	61	54,5	33	47,1%	28	68,3%	
Ambas	36	32,1	28	40,0%	8	19,5%	
No consta	1	0,9					
<b>Tipo de cancha</b>							0,001
Taraflex	54	48,2	26	36,6%	28	68,3%	
Madera	11	9,8	11	15,5%	0	0,0%	
Cemento	47	42,0	34	47,9%	13	31,7%	
<b>Categoría</b>							< 0,001
Superliga	43	38,4	43	60,6%	0	0,0%	
Superliga2	31	27,7	18	25,4%	13	31,7%	
Primera División	38	33,9	10	14,1%	28	68,3%	

La puntuación de la EVA se asoció significativamente y de manera positiva ( $p < 0,05$ ), para la rodilla derecha, con el sexo (mayor puntuación en hombres), la pierna de salto (mayor en los que saltaban con la pierna derecha o ambas), el diámetro A-P, tanto a 5 como a 10 mm (mayor puntuación cuanto mayor diámetro A-P). Al ajustar los efectos mediante un modelo de regresión lineal múltiple tan sólo la pierna de salto y el diámetro A-P a 5 mm y 10 mm mantuvieron la significación estadística para ambos modelos a los que habría que añadir los años jugando al voleibol en el

**Tabla 3** Puntuaciones promedio de las escalas EVA, VISA-P y diámetro antero-posterior del tendón rotuliano total y por sexo

	Total n = 112		Hombres n = 71		Mujeres n = 41		Sig
	Media $\pm$ DP	IC 95%	Media $\pm$ DP	IC 95%	Media $\pm$ DP	IC 95%	
EVA D	1,78 $\pm$ 2,5	1,3–2,2	2,44 $\pm$ 2,7	1,8–3,1	1,15 $\pm$ 2,2	0,5–1,8	< 0,05
EVA I	1,87 $\pm$ 2,5	1,4–2,3	2,08 $\pm$ 2,5	1,5–2,6	1,8 $\pm$ 2,7	1,0–2,6	0,571
VISA D	84,8 $\pm$ 17	81,6–88	80,8 $\pm$ 18,3	76,7–84,9	88,4 $\pm$ 16,3	83,5–93,2	< 0,05
VISA I	85,3 $\pm$ 19	81,7–88	83,2 $\pm$ 19,1	78,9–87,5	86,3 $\pm$ 19,3	80,6–92,1	0,383
AP5 D	4,8 $\pm$ 1,2	4,6–5,0	5,32 $\pm$ 1,2	5,0–5,6	4,05 $\pm$ 0,9	3,8–4,3	< 0,001
AP5 I	4,75 $\pm$ 1,6	4,4–5,0	5,34 $\pm$ 1,7	4,9–5,7	3,87 $\pm$ 0,9	3,6–4,1	< 0,001
AP10 D	4,43 $\pm$ 1,1	4,2–4,6	4,9 $\pm$ 1,1	4,6–5,1	3,69 $\pm$ 0,7	3,5–3,9	< 0,001
AP10 I	4,36 $\pm$ 1,2	4,1–4,6	4,85 $\pm$ 1,3	4,5–5,1	3,62 $\pm$ 0,7	3,4–3,8	< 0,001

Abreviaciones: AP5, Diámetro antero-posterior a 5 mm; AP10, Diámetro antero-posterior a 10 mm; D, Rodilla derecha; EVA, Escala visual analógica; I, Rodilla izquierda; IMC, índice de masa corporal; VISA-P, *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella*.

caso del modelo construido a partir del diámetro A-P a 10 mm. Puede observarse que en caso del modelo basado en diámetro A-P a 5 mm, los años jugando apuntaron una significación estadística ( $p = 0,053$ ), mostrando una cierta coherencia en los resultados a 5 y a 10 mm ( $\rightarrow$  **Tabla 4**).

En el caso de la puntuación de EVA para la rodilla izquierda ( $\rightarrow$  **Tabla 5**) tan sólo el diámetro A-P a 5 y 10 mm mostró una relación estadísticamente significativa (a mayor diámetro A-P mayor EVA), tanto a nivel individual como ajustado por el resto de variables.

Las  $\rightarrow$  **Tablas 6 y 7** muestran los resultados obtenidos al relacionar las variables anteriores con las puntuaciones en la escala VISA-P. Para la rodilla derecha, al ajustar los efectos mediante un modelo de regresión lineal múltiple, mostraron un efecto significativo en el modelo a 5 mm y 10 mm la pierna de salto (mayor en la izquierda) y el diámetro A-P a 5 y 10 mm (menor cuanto mayor diámetro A-P). La categoría (menores puntuaciones en las categorías más altas), y la talla (mayor puntuación cuanto más talla) mostraron diferencias sólo en el modelo a 5 mm. Los años jugando (mayor puntuación cuantos más años), mostraron diferencias únicamente en el modelo a 10 mm aunque con una tendencia significativa en el modelo a 5 mm. En el caso de la rodilla izquierda tanto el diámetro A-P a 5 mm y 10 mm como la categoría, se asoció significativamente con la puntuación de la escala VISA-P, encontrando un menor valor de la VISA-P conforme la categoría o diámetro AP eran mayores. En el caso de la posición, sólo se asoció significativamente en el modelo a 10 mm aunque con tendencia significativa en el modelo a 5 mm.

## Discusión

El diámetro antero-posterior del tendón en ambas rodillas se asoció, de forma directa, con el peso y el IMC y era mayor en hombres, compartiendo las afirmaciones de Lian<sup>1</sup> y Zwerver<sup>2</sup> o Cassel<sup>6</sup> en las que identifica una mayor incidencia de la tendinopatía rotuliana en hombres, además de observar como factores de riesgo el peso o el volumen de

entrenamiento. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los estudios relacionados con tendinopatías en mujeres son muy escasos, además de considerar que, los equipos masculinos entrenan más horas semanales.

Los equipos masculinos entrenaron más horas a la semana tanto de fuerza como específico del deporte y, además, presentaron un promedio de altura e IMC superior al de las mujeres. Por eso debería plantearse si la mayor incidencia de tendinopatías en hombres se debe al sexo o a que los jugadores masculinos están más expuestos a esos factores de riesgo. En los modelos de regresión lineal múltiple, el efecto del sexo sobre las variables resultado del estudio estaba ajustado por éstas y otras características de los jugadores, teniendo en cuenta además, los posibles efectos de interacción. Aún así, los hombres presentaron, para al menos una de las rodillas, mayor sensación de dolor y menor funcionalidad. Eso podría querer decir que, al margen de las horas de entrenamiento de fuerza, voleibol y las características antropométricas de los jugadores, existen otras variables entre las que podría encontrarse la intensidad del juego o la potencia de salto que podrían explicar esa diferencia. De aquí que sería interesante también de cara al futuro, realizar un análisis biomecánico de la técnica del salto y recepción en ambos sexos.

Los resultados obtenidos evidenciaron, ajustando por el resto de variables incluidas en el estudio, una relación directa entre el diámetro A-P del tendón rotuliano y las puntuaciones obtenidas de la escala EVA e indirecta con las puntuaciones obtenidas en la escala VISA-P, en ambos tendones y tanto si se obtenía el diámetro a 5 como a 10 mm distales al polo inferior de la rótula. Así, cuanto mayor es el diámetro el tendón, mayor puntuación obtiene en la escala del dolor y menor puntuación en la escala de funcionalidad. Esos resultados coinciden con los obtenidos por Malliaras y col.,<sup>17</sup> y Zhang y col.,<sup>16</sup> según los cuales los sujetos con más dolor tienen un diámetro mayor de tendón. El promedio del diámetro A-P se situó en torno a 5 mm en hombres y 4,2 en mujeres, no siendo aplicable el criterio de Malliaras y col.,<sup>14</sup> que establecía que un diámetro mayor



**Tabla 4** Asociación entre el resultado de EVA y Diámetro\_AP (a 5 mm y a 10 mm) ajustado por características de los deportistas y el juego; Rodilla derecha

EVA rodilla derecha	Efectos no ajustados				Efectos ajustados							
					5 mm				10 mm			
	B	IC 95%		Sig.	B	IC 95%		Sig.	B	IC 95%		Sig.
Parámetro		Inf.	Sup.			Inf.	Sup.			Inf.	Sup.	
Edad	,002	-,076	,081	,951	,025	-,079	,129	,633	,071	-,035	,178	,191
<b>Sexo</b>												
Hombre	1,264	,341	2,187	,007	,574	-,823	1,972	,421	,711	-,745	2,167	,338
Mujer	0	.	.	.	0	.	.	.	0	.	.	.
<b>Posición de juego</b>												
Resto	,022	-1,080	1,123	,969	-,052	-1,067	,963	,920	,279	-,790	1,348	,609
Central u opuesto	0	.	.	.	0	.	.	.	0	.	.	.
<b>Pierna de salto</b>												
Resto	1,346	,459	2,233	,003	1,178	,333	2,022	,006*	1,339	,451	2,227	,003*
Izquierda	0	.	.	.	0	.	.	.	0	.	.	.
<b>Tipo de cancha</b>												
Taralex	-,203	-1,170	,764	,681	,559	-,546	1,665	,321	,443	-,726	1,612	,458
Madera	,240	-1,384	1,864	,772	,052	-1,642	1,746	,952	-,418	-2,147	1,312	,636
Cemento	0	.	.	.	0	.	.	.	0	.	.	.
<b>Categoría</b>												
Superliga	,827	-,243	1,896	,130	,415	-1,556	2,385	,680	,517	-1,556	2,589	,625
Superliga2	,614	-,549	1,776	,301	,900	-,315	2,114	,147	,582	-,683	1,846	,367
Primera división	0	.	.	.	0	.	.	.	0	.	.	.
AP5 D	,723	,364	1,082	,000	,797	,369	1,225	,000*				
AP10 D	,660	,244	1,077	,002					,648	,139	1,156	,013*
TALLA	,038	-,005	,080	,082	-,055	-,115	,004	,069	-,041	-,104	,022	,200
IMC	,203	-,008	,413	,059	,070	-,156	,295	,545	,076	-,158	,309	,526
Años jugando	-,039	-,115	,038	,320	-,106	-,214	,001	,053"	-,146	-,258	-,034	,011*
Horas fuerza	,173	-,069	,415	,161	,010	-,289	,309	,945	-,038	-,352	,276	,814
Horas voleibol	,025	-,037	,087	,426	,016	-,060	,092	,681	,001	-,079	,081	,981

Abreviaciones: AP5, Diámetro antero-posterior a 5 mm; AP10, Diámetro antero-posterior a 10 mm; D, Rodilla derecha; EVA, Escala visual analógica; I, Rodilla izquierda; IMC, índice de masa corporal; VISA-P, *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella*. \*estadísticamente significativo; "tendencia significativa.

de 4,2 mm en hombres estaría relacionado con la tendinopatía rotuliana. Sin embargo, los resultados obtenidos estarían en la línea de los descritos en el estudio de Visnes<sup>15</sup> donde se refleja que los tendones mayores de 5 mm en hombres y 4,2 mm en mujeres tienen más riesgo de generar tendinopatía.

En cuanto a las características del juego, pudo comprobarse que los jugadores con más dolor en el tendón derecho, que a su vez tenían un diámetro mayor del tendón, eran mayoritariamente los que saltaban con la derecha y llevaban menos años jugando a voleibol. Por su parte los que tenían más dolor en el tendón izquierdo solían ser los que ocupaban las posiciones de central y opuesto, posiciones delanteras en la cancha, relaciones compartidas con las afirmaciones de Schafle<sup>7</sup> en las que consideraba que los

jugadores que juegan frente a la red, donde se requiere una potencia de salto superior en remates y bloqueos, tienen 3 veces más lesiones de rodilla comparado con los que juegan en línea defensiva. Respecto a la relación indirecta entre la puntuación en la escala de dolor y los años jugando a voleibol podría explicarse por un efecto aprendizaje, tanto técnico para el desarrollo del gesto deportivo como preparatorio y preventivo (estiramientos, conciencia de las propias limitaciones, trabajo muscular preventivo...).

Al analizar las puntuaciones de la escala VISA-P, la única asociación que resultó significativa tanto en la rodilla derecha como en la izquierda fue con el diámetro AP, lo cual daría un importante valor a la medición del diámetro como factor pronóstico de pérdida de funcionalidad en la rodilla.

**Tabla 5** Asociación entre el resultado de EVA y Diámetro\_AP (a 5 mm y a 10 mm) ajustado por características de los deportistas y el juego; Rodilla izquierda.

EVA rodilla izquierda	Efectos no ajustados				Efectos ajustados					
					5 mm			10 mm		
	B		IC 95%		Sig.		B	IC 95%		Sig.
Parámetro			Inf.		Sup.			Inf.		Sup.
Edad	,023		-,058		,104		,581	-,065		,165
Sexo										
Hombre	,366		-,611		1,343		,463	-,574		1,000
Mujer	0						0			
Posición de juego										
Resto	-,842		-,1964		,281		,142	-,998		,145
Central u opuesto	0									
Pierna de salto										
Resto	-,222		-,1,169		,724		,646	-,655		,312
Izquierda	0									
Tipo de cancha	,772						,680			
Taralex	,343		-,650		1,336		,498	,922		,2172
Madera	,634		-,1,032		2,301		,456	-,011		,1,970
Cemento	0									
Categoría	1,783		,410				,410			
Superliga	,672		-,431		1,775		,232	1,593		,3,895
Superliga2	,676		-,523		1,875		,269	1,231		,2,577
Primera división	0									
AP5 I	,374		,076		,672		,014	,542		,903
AP10 I	,369		-,072		,810		,101			
TALLA	,008		-,036		,052		,719	-,022		,045
IMC	,103		-,116		,323		,355	-,040		,221
Años jugando	-,001		-,079		,078		,989	-,072		,047
Horas fuerza	,147		-,103		,397		,248	,039		,380
Horas voleibol	,037		-,026		,100		,251	-,072		,100

Abreviaciones: AP5, Diámetro antero-posterior a 5 mm; AP10, Diámetro antero-posterior a 10 mm; D, Rodilla derecha; EVA, Escala visual analógica; I, Rodilla izquierda; IMC, índice de masa corporal; VISA-P, Victorian Institute of Sport Assessment-Patella. \*estadísticamente significativo; \*tendencia significativa.

**Tabla 6** Asociación entre el resultado de VISA\_P y Diámetro\_AP (a 5 mm y a 10 mm) ajustado por características de los deportistas y el juego; Rodilla derecha

VISA rodilla derecha	Efectos no ajustados				Efectos ajustados			
	5 mm		10 mm		5 mm		10 mm	
	B	IC 95%	B	IC 95%	B	IC 95%	B	IC 95%
Parámetro	Inf.	Sig.	Inf.	Sig.	Inf.	Sig.	Inf.	Sig.
Edad	,213	,327	,754	,439	,163	,546	-,180	-,91
Sexo								
Hombre	-7,385		-,977	,024	-1,99		-3,709	
Mujer	0		.		0		0	
Posición de juego								
Resto	1,996	-5,576	9,568	,605	2,52	-4,393	,474	-7,29
Central u opuesto	0		.		0		0	
Pierna de salto								
Resto	-8,113	-14,27	-1,955	,010	-7,53	-13,288	-1,782	-14,72
Izquierda	0		.		0		0	
Tipo de cancha								
Taralex	2,380	-4,269	9,029	,483	-6,04	-13,572	1,493	-13,14
Madera	,453	-10,71	11,616	,937	2,15	-9,384	13,697	-6,46
Cemento	0		.		0		0	
Categoría								
Superliga	-6,312	-13,63	1,007	,091	-10,7	-24,140	2,709	-25,15
Superliga2	-6,595	-14,55	1,360	,104	-11,2	-19,495	-2,939	-17,31
Primera división	0		.		0		0	
AP5 I	-4,603	-7,122	-2,085	,000	-6,05	-8,966	-3,133	
AP10 I	-3,907	-6,804	-1,010	,008				
TALLA	-,152	-,447	,143	,314	,499	,092	,906	-8,017
IMC	-1,251	-2,704	,201	,091	-,580	-2,117	,957	-2,193
Años jugando	,358	-,164	,881	,179	,677	-,057	1,411	,184
Horas fuerza	-,936	-2,607	,735	,272	,261	-1,776	2,297	-1,621
Horas voleibol	-,060	-,484	,365	,783	,078	-,438	,594	-,358

Abreviaciones: AP5, Diámetro antero-posterior a 5 mm; AP10, Diámetro antero-posterior a 10 mm; D, Rodilla derecha; EVA, Escala visual analógica; I, Rodilla izquierda; IMC, índice de masa corporal; VISA-P, Victorian Institute of Sport Assessment-Patella. \*estadísticamente significativo; "tendencia significativa.



**Tabla 7** Asociación entre el resultado de VISA\_P y Diámetro\_AP (a 5 mm y a 10 mm) ajustado por características de los deportistas y el juego; Rodilla izquierda

VISA_P rodilla izquierda	Efectos no ajustados				Efectos ajustados					
					5 mm			10 mm		
	B		IC 95%		B		IC 95%		B	
Parámetro	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
Edad	,056		-,547	,658	,856	-,155	-,1007	,722	-,121	,729
Sexo										
Hombre	-2,781		-10,049	4,486	,453	2,173	-9,494	,715	1,721	13,480
Mujer	0		.	.	.	0	.	.	0	.
Posición de juego										
Resto	7,526		-,787	15,838	,076	8,087	-,379	,061"	8,643	,189
Central u opuesto	0		.	.	.	0	.	.	0	.
Pierna de salto										
Resto	1,851		-5,188	8,891	,606	3,739	-3,421	,306	3,610	-3,489
Izquierda	0		.	.	.	0	.	.	0	.
Tipo de cancha					,967			,148		,197
Taralex	-,398		-7,805	7,010	,916	-8,213	-17,475	,082	-8,339	,966
Madera	-1,638		-14,076	10,799	,796	6,663	-8,018	,374	2,919	16,998
Cemento	0		.	.	.	0	.	.	0	.
Categoría					,243			,022*		,039*
Superliga	-6,002		-14,170	2,165	,150	-21,781	-38,842	,012	-18,791	-2,207
Superliga2	-6,615		-15,493	2,264	,144	-12,701	-22,675	,013	-12,106	-2,124
Primera división	0		.	.	.	0	.	.	0	.
AP5 I	-2,249		-4,492	-,005	,049	-3,740	-6,420	,006*		
AP10 I	-1,799		-5,102	1,505	,286				-3,871	-,526
TALLA	,040		-,289	,370	,810	,330	-,163	,190	,332	,819
IMC	-,648		-2,279	,983	,436	,154	-1,777	,876	-,055	1,834
Años jugando	,088		-,498	,673	,769	,574	-,311	,204	,533	1,415
Horas fuerza	-,229		-2,096	1,639	,810	1,398	-1,126	,278	1,082	3,583
Horas voleibol	-,139		-,611	,332	,562	,097	-,540	,766	,071	,705

Abreviaciones: AP5, Diámetro antero-posterior a 5 mm; AP10, Diámetro antero-posterior a 10 mm; D, Rodilla derecha; EVA, Escala visual analógica; I, Rodilla izquierda; IMC, índice de masa corporal; VISA-P, Victorian Institute of Sport Assessment-Patella. \*estadísticamente significativo; \*tendencia significativa.

## Conclusiones

La determinación del diámetro antero-posterior del tendón rotuliano, puede ser útil en la prevención de lesiones deportivas en jugadores de voleibol al asociarse significativamente con una mayor sensación de dolor y menor funcionalidad. Sería conveniente en futuros estudios incluir un análisis biomecánico de la técnica del salto y recepción.

### Conflictos de interés

Los autores no tienen conflictos de intereses que declarar.

### Bibliografía

- Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sports Med* [Internet] 2005;33(04):561–567 Retrieved March 19, 2016
- Zwerver J, Bredeweg SW, van den Akker-Scheek I. Prevalence of Jumper's knee among nonelite athletes from different sports: a cross-sectional survey. *Am J Sports Med* [Internet] 2011;39(09):1984–1988 Retrieved February 7, 2016
- Ferretti A. Epidemiology of jumper's knee. *Sports Med* [Internet] 1986;3(04):289–295 Retrieved March 20, 2016
- Malliaras P, Cook JL, Kent PM. Anthropometric risk factors for patellar tendon injury among volleyball players. *Br J Sports Med* [Internet] 2007;41(04):259–263, discussion 263 Retrieved February 22, 2016
- Rubio Gimeno S, Chamorro M. Lesiones en el deporte. *Arbor Cienc Pensam Cult*. 2000;165(650):203–225
- Cassel M, Baur H, Hirschmüller A, Carlsohn A, Fröhlich K, Mayer F. Prevalence of Achilles and patellar tendinopathy and their association to intratendinous changes in adolescent athletes. *Scand J Med Sci Sports* [Internet] 2015;25(03):e310–e318 Retrieved June 24, 2016
- Schafle MD, Requa RK, Patton WL, Garrick JG. Injuries in the 1987 national amateur volleyball tournament. *Am J Sports Med* 1990;18(06):624–631
- Briner WW Jr, Benjamin HJ. Volleyball injuries: managing acute and overuse disorders. *Phys Sportsmed* 1999;27(03):48–60
- Blazina ME, Kerlan RK, Jobe FW, Carter VS, Carlson GJ. Jumper's knee. *Orthop Clin North Am* [Internet] 1973;4(03):665–678 Retrieved March 16, 2016
- Cook JL, Khan KM, Harcourt PR, Grant M, Young DA, Bonar SF; The Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. A cross sectional study of 100 athletes with jumper's knee managed conservatively and surgically. *Br J Sports Med* [Internet] 1997;31(04):332–336 retrieved September 25, 2016
- Häggglund M, Zwerver J, Ekstrand J. Epidemiology of patellar tendinopathy in elite male soccer players. *Am J Sports Med* 2011;39(09):1906–1911
- Carr JC, Hanly S, Griffin J, Gibney R. Sonography of the patellar tendon and adjacent structures in pediatric and adult patients. *AJR Am J Roentgenol* [Internet] 2001;176(06):1535–1539 Retrieved March 19, 2016
- Grassi W, Filippucci E, Farina A, Cervini C. Sonographic imaging of tendons. *Arthritis Rheum* [Internet] 2000;43(05):969–976 Retrieved November 13, 2016
- Malliaras P, Cook J. Changes in anteroposterior patellar tendon diameter support a continuum of pathological changes. *Br J Sports Med* 2011;45(13):1048–1051
- Visnes H, Tegnander A, Bahr R. Ultrasound characteristics of the patellar and quadriceps tendons among young elite athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2015;25(02):205–215
- Zhang ZJ, Ng GY, Lee WC, Fu SN. Changes in morphological and elastic properties of patellar tendon in athletes with unilateral patellar tendinopathy and their relationships with pain and functional disability. *PLoS One* [Internet] 2014;9(10):e1083–37 Retrieved March 19, 2016
- Malliaras P, Purdam C, Maffulli N, Cook J. Temporal sequence of greyscale ultrasound changes and their relationship with neovascularity and pain in the patellar tendon. *Br J Sports Med* 2010;44(13):944–947
- Kulig K, Landel R, Chang Y-J, et al. Patellar tendon morphology in volleyball athletes with and without patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports* 2013;23(02):e81–e88
- Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Cross-cultural adaptation of VISA-P score for patellar tendinopathy in Spanish population. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet] 2011;41(08):581–591 Retrieved March 19, 2016
- Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Griffiths L. Patellar tendinopathy in junior basketball players: a controlled clinical and ultrasonographic study of 268 patellar tendons in players aged 14–18 years. *Scand J Med Sci Sports* 2000;10(04):216–220
- Black J, Cook J, Kiss ZS, Smith M. Intertester reliability of sonography in patellar tendinopathy. *J Ultrasound Med* [Internet] 2004;23(05):671–675 Retrieved March 16, 2016
- Skou ST, Aalkjaer JM. Ultrasonographic measurement of patellar tendon thickness—a study of intra- and interobserver reliability. *Clin Imaging* 2013;37(05):934–937

**Anexo 1** A rellenar por el investigador

Nombre: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

Años jugando: \_\_\_\_\_ Posición: \_\_\_\_\_

Meses con dolor en la rodilla \_\_\_\_\_ derecha \_\_\_\_\_ izquierda

Pierna/rodilla de salto \_\_\_\_\_ Derecha \_\_\_\_\_ Izquierda \_\_\_\_\_ Ambas

Cantidad de litros que bebes al día Agua: \_\_\_\_\_

Isotónico: \_\_\_\_\_

Tiempo al que dedicas estiramientos al final de cada entrenamiento en minutos:

\_\_\_\_\_

Si te aplicas hielo en la rodilla después de cada entrenamiento, cuantos minutos: \_\_\_\_\_

Marca y modelo de zapatillas con que entrenas: \_\_\_\_\_

Horas de entrenamiento fuerza semanal: \_\_\_\_\_ h

Horas de entrenamiento específico voleibol semanal: \_\_\_\_\_ h

EVA derecha:

0 \_\_\_\_\_ 10

EVA izquierda:

0 \_\_\_\_\_ 10

VISA P derecha:

VISA P izquierda:

Imágenes anecoicas D:

Imágenes anecoicas I:

Neovascularización D:

Neovascularización I:

Diámetro A-P D:

Diámetro A-P I:

IPP D:

IPP I:

ROM dorsiflexión D:

ROM dorsiflexión I: